

## BEST AVAILABLE COPY

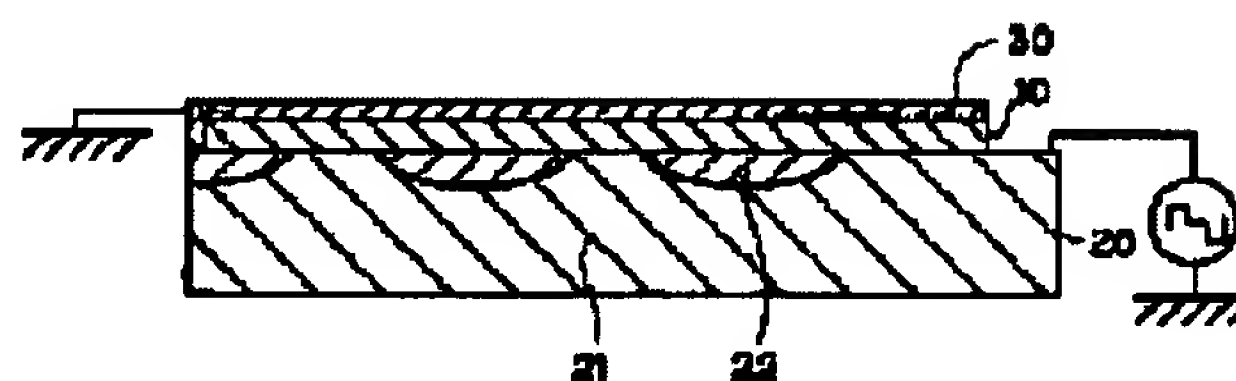
## FERROELECTRIC COLD CATHODE

**Patent number:** JP10223129  
**Publication date:** 1998-08-21  
**Inventor:** OTANI NOBORU  
**Applicant:** SHARP CORP  
**Classification:**  
- **International:** H01J1/30  
- **European:**  
**Application number:** JP19970027578 19970212  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP10223129

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a ferroelectric cold cathode as an electron-emitting source to work practically with superior control of the electron-emitting amount, concretely to provide its laminated electrode structure including a plane wired electrode structure.

**SOLUTION:** A ferroelectric substance cold cathode has a ferroelectric film 10 which is pinched by a lower electrode 20 and an upper electrode 30, wherein the lower electrode is equipped with patterns on its interface with the ferroelectric film 10 prepared by forming a thermal oxidized SiO<sub>2</sub> region 22 on an n-type silicon base board. According to this configuration, the electron emission from the film 10 is restricted to the region where the lower electrode 20 interface with the film 10 consists of n-type silicon 21, and it is practicable to control the electron-emitting amount and the electron-emitting region. An alternative structure is such that the mentioned upper electrode 30 is used as the first upper electrode, thereover a second upper electrode is formed with an insulative film interposed, and that an electron-emitting window, composed of the insulative film and the second upper electrode is furnished on the n-type silicon region.



(19)日本国特許庁 (JP) (12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号  
特開平10-223129  
(43)公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup> 識別記号 FI  
H01J 1/30 H01J 1/30 M

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 5 頁)

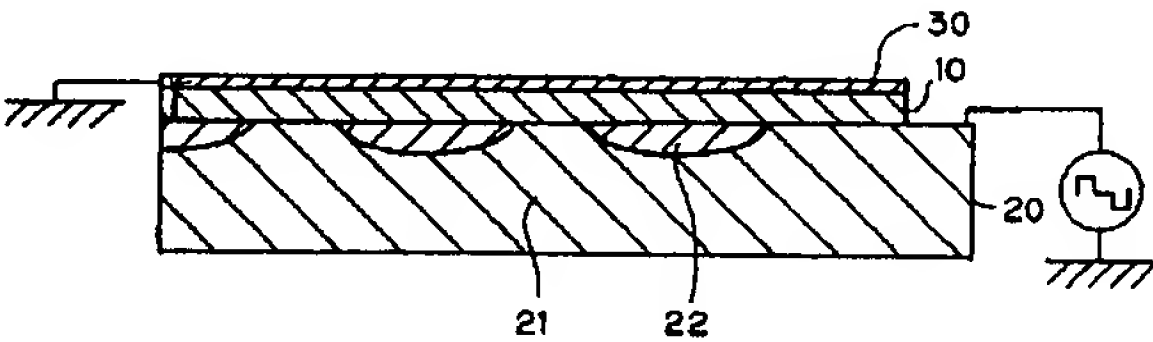
(21)出願番号	特願平9-27578	(71)出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22)出願日	平成9年(1997) 2月12日	(72)発明者	大谷 昇 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(74)代理人	弁理士 高野 明近 (外1名)

(54)【発明の名称】 強誘電体冷陰極

(57)【要約】

【課題】 放出電子量制御に優れ実用的な電子放出源としての強誘電体冷陰極を提供し、具体的には平面配線電極構造を含む強誘電体冷陰極の積層電極構造を提供する。

【解決手段】 強誘電体冷陰極は、強誘電体膜10が下部電極20と上部電極30に挟持された要成を有してなるもので、下部電極は、n型シリコン基板に熱酸化SiO<sub>2</sub>領域22を形成することにより、強誘電体膜10との界面側にパターンを設けるようにする。このような構成により、強誘電体膜10からの電子放出は、下部電極20の強誘電体膜10側界面が、n型シリコン21である領域に限定され、電子放出量と電子放出領域を制御することができる。また、図示しないが、上述した上部電極30を第1の上部電極とし、この上に絶縁膜を介して第2の上部電極を形成し、n型シリコン領域上に絶縁膜と第2の上部電極により形成される電子放出窓を設ける構成をとってもよい。



(2)

特開平10-223129

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 強誘電体が下部電極と上部電極に挟持された構成を有してなる強誘電体冷陰極において、前記下部電極は、シリコン基板をパターンニングすることによりシリコンパターン電極を形成してなることを特徴とする強誘電体冷陰極。

【請求項2】 前記シリコン基板をn型シリコン基板とし、前記シリコンパターン電極は、前記n型シリコン基板に熱酸化領域を形成することによって前記強誘電体との界面側にn型シリコン領域パターンを形成してなるようにするとともに、前記強誘電体及び前記上部電極は前記下部電極におけるコンタクト部を除く前記下部電極上の全面領域に形成されてなることを特徴とする請求項1記載の強誘電体冷陰極。

【請求項3】 前記上部電極を第1の上部電極とし、該第1の上部電極上に、絶縁膜を介して第2の上部電極が積層される構成をなすとともに、該積層方向において前記n型シリコン領域に一致する前記上部電極の領域の少なくとも一部に、前記第2の上部電極と前記絶縁膜とにより形成される電子放出窓を設け、前記第2の上部電極に正の電界を印加することにより電子放出を行わせることを特徴とする請求項2記載の強誘電体冷陰極。

【請求項4】 前記絶縁膜の誘電率が100以上であることを特徴とする請求項3記載の強誘電体冷陰極。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子を放出するための強誘電体冷陰極に関し、特に強誘電体冷陰極の電極構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 $Pb(Zr, Ti)O_3$  (以下PZTと略す)や $(Pb, La)(Zr, Ti)O_3$  (以下PLZTと略す)などの強誘電体は、自発分極を有する材料であり、高速パルス印加によって生じる分極反転により、数 $A/cm^2$ 以上の放出電流密度が得られることが知られている。

【0003】図4は、従来の強誘電体冷陰極の一例を示す構成概略図で、図中、1は強誘電体、2は下部電極、3は上部極形電極である。図4に示す強誘電体冷陰極は、H. Gundel等によって報告されたものである(J. Appl. Phys. 69(2), pp975, 1990)。以上のように構成された従来の強誘電体冷陰極において、下部電極2と上部極形電極3の間に交番電界を印加すると、強誘電体1の内部に印加された電界を打ち消すような向きに分極が生じ、この分極が印加交番電界の変化に伴って反転され、強電界が生じる。このとき強誘電体1に対して $10^7 V/cm$ 以上の強電界を印加すると強誘電体1の電子が上部電極3により引き出され外界に放出される。

【0004】上記の強誘電体冷陰極は、素子としての構

造が簡単であり、比較的低真空( $>10^{-4} mTorr$ )でも電子放出が可能であることから、印刷装置(例えば特開平6-291626号:画像形成装置)や平面ディスプレイ(例えば特開平7-64490号公報:発光表示素子)への応用が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の強誘電体冷陰極では、強誘電体上に直接金属配線を形成すると、配線下の強誘電体全面で分極反転し電子放出が発生するため、電子放出部を限定することができず、従って、電子放出面積及び電子放出量を制御することが出来なかった。さらに、例えばディスプレイに適用した場合、配線電極下の分極反転により発生した電子放出により、蛍光体発光が生じ、表示品質の低下を招くという問題があった。また印刷装置等の画像形成装置に適用した場合にも、静電潜像の形成に際して同様な問題が発生した。

【0006】このような問題は、強誘電体膜を加工し配線することにより回避できるが、上記PZT等合金金属化合物はRIE等のドライエッチングが困難であることや、ドライエッチングを用いない加工においても加工エッジでの漏れ電流の増加、プロセスの複雑化等の新たな問題が発生した。また、強誘電体としてPZTセラミックスを利用した強誘電体冷陰極から電子放出を得るためのパルス電圧は150~300Vと高く、デバイス応用のためにはこのような駆動電圧を低減させることが必要である。

【0007】本発明は、上記のような実情に鑑みてなされたものであって、放出電子量制御に優れた実用的な電子放出源としての強誘電体冷陰極を提供し、具体的には平面配線電極構造を含む強誘電体冷陰極の積層電極構造を提供することをその解決すべき課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、強誘電体が下部電極と上部電極に挟持された構成を有してなる強誘電体冷陰極において、前記下部電極は、シリコン基板をパターンニングすることによりシリコンパターン電極を形成してなることを特徴とし、放出電子量制御に優れた強誘電体冷陰極が得られ、また、強誘電体を加工することなく平面構造の強誘電体エミッタを形成することができ、冷陰極作製プロセスを簡略化することができ、特に、発光部以外の蛍光体への電子放出に起因して生じる発光による表示品質の低下のない平面ディスプレイや転写精度に優れた画像形成装置に適用できる冷陰極を得ることができるようにしたものである。

【0009】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記シリコン基板をn型シリコン基板とし、前記シリコンパターン電極は、前記n型シリコン基板に熱酸化領域を形成することによって前記強誘電体との界面側にn型シリコン領域パターンを形成してなるようにすると

50

ともに、前記強誘電体及び前記上部電極は前記下部電極におけるコンタクト部を除く前記下部電極上の全面領域に形成されてなることを特徴とし、放出電子量制御に優れた強誘電体冷陰極を得るためのより具体的な構成が得られるようにしたものであって、すなわち、電子放出は下部電極のn型Si領域上だけに限定され、熱酸化領域上では強誘電体は分極反転が発生せず、従って、この領域からの電子放出は起こらないことから、電子放出面積及び電子放出量を制御することができ、また、熱酸化により下部電極をパターンニングしているため、電極及び強誘電体膜に凹凸のない平面構造であり、上部電極等を加工する方法に比べ製造プロセスの簡略化が可能であるようにしたものである。

【0010】請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記上部電極を第1の上部電極とし、該第1の上部電極上に、絶縁膜を介して第2の上部電極が積層される構成をなすとともに、該積層方向において前記n型シリコン領域に一致する前記上部電極の領域の少なくとも一部に、前記第2の上部電極と前記絶縁膜とにより形成される電子放出窓を設け、前記第2の上部電極に正の電界を印加することにより電子放出を行わせることを特徴とし、引き出し電界印加電極（第2の上部電極）を積層することにより、強誘電体からの電子放出パルス電圧を低減することができ、素子の駆動電圧の低減ができ、また、引き出し電界強度を変化させることにより、同一パルス電圧での電子放出量を制御することができ、高品質な平面ディスプレイや転写精度に優れた画像形成装置を得ることができるようにしたものである。

【0011】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記絶縁膜の誘電率が100以上であることを特徴とし、絶縁膜の誘電率を限定することにより、より有効な絶縁膜の具体的仕様が得られるようにしたものである。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明では、強誘電体が下部電極と上部電極に挟持されて構成される強誘電体冷陰極において、下部電極に電極パターンが形成されたシリコン（Si）基板を採用している。また、本発明では、強誘電体が下部電極と上部電極とに挟持されて構成される強誘電体冷陰極において、下部電極は同一面上に熱酸化領域（SiO<sub>2</sub>）とn型Si領域が形成されたn型Si基板で構成され、強誘電体及び上部電極は下部電極コンタクト部を除く全面に形成されてなるように構成されている。また、本発明では、強誘電体が下部電極と上部電極とに挟持されて構成される強誘電体冷陰極において、第1の上部電極上に絶縁膜を介して第2の上部電極が積層された構成を有し、下部電極のn型Si領域上に第2の上部電極及び絶縁膜により形成される電子放出窓を備えるようにし、上記強誘電体冷陰極の駆動方法として第2の上部電極に正の電界を印加するようにしている。

【0013】すなわち、本発明によれば、下部電極は強誘電体との界面側に熱酸化SiO<sub>2</sub>領域とn型Si領域によるパターンが形成されたSi基板で構成され、強誘電体膜及び上部電極は下部電極コンタクト部を除く全面に形成されて構成されているため、電子放出は下部電極のn型Si領域上だけに限定され、熱酸化SiO<sub>2</sub>領域上では強誘電体は分極反転が発生せず、従って、この領域からの電子放出は起こらない。これにより、電子放出面積及び電子放出量を制御することが出来る。特に、従来用いられる配線電極下の分極反転により発生する放出電子に起因する問題で、例えばディスプレイ応用の場合、発光部以外の蛍光体への電子放出による発光による表示品質の低下といった問題を招くことがない。上記画像形成装置においても同様である。

【0014】また、本構造は熱酸化により下部電極をパターンニングしているため、電極及び強誘電体膜に凹凸のない平面構造で形成することができ、上部電極等を加工する方法に比べ製造プロセスの簡略化が可能である。また、第2の上部電極に電子引き出し電界を印加することにより、強誘電体からの電子放出に必要な電圧を低減することができ、素子としての駆動電圧を低減することができる。更に、電子引き出し電界強度を変化させることにより、同一パルス電圧での電子放出量を制御することができる。

【0015】以下、本発明の強誘電体冷陰極の実施例を添付された図面を参照しながら具体的に説明する。本発明の強誘電体冷陰極は、複数の冷陰極の集合体により構成されるものであるが、その代表的な素子構造を図1及び図2に示す。図1は、本発明による強誘電体冷陰極の一実施形態を説明するための概略断面図で、図中、10は強誘電体膜、20は下部電極、21は下部電極におけるSi領域、22は下部電極における熱酸化SiO<sub>2</sub>領域、30は上部電極である。図1に示すように、この実施例における強誘電体冷陰極は、強誘電体膜10と該強誘電体膜の上部、下部に設けられた上部電極30、下部電極20から構成され、かつ、下部電極20はn型Si層21に熱酸化SiO<sub>2</sub>領域22を設けたSi基板で構成され、強誘電体膜10及び上部電極30は下部電極コンタクト部を除く全面に形成されていて、上部電極30を接地し、下部電極20に交番パルス電圧を印加して素子を駆動するものである。

【0016】強誘電体の分極反転による電子放出は、強誘電体の抗電界のはぼ2倍以上の印加パルス電圧から起こり始める事が知られている。従って、強誘電体膜10と熱酸化SiO<sub>2</sub>領域22の2重層となっている領域、即ち、下部電極Si基板表面に熱酸化SiO<sub>2</sub>領域22が形成されている領域では、駆動時に強誘電体膜10にかかる実効電圧が低下し電子放出には至らず、n型Si領域からのみ電子放出が発生する。

【0017】図2は、本発明による強誘電体冷陰極の他



(4)

特開平10-223129

5

の実施形態を説明するための構成概略図で、図中、30aは第1の上部電極、30bは第2の上部電極、40は絶縁膜、Wは電子放出窓で、その他図1と同じ作用をする部分には図1と同じ符号が付してある。図2に示すように、この実施形態は上記の図1に示した強誘電体冷陰極の上部電極を第1の上部電極30aとし、この上に、絶縁膜40及び第2の上部電極30bを積層し、さらに、下部電極のn型Si領域上の同じ位置に電子放出窓Wを設けるようにしたものである。第2の上部電極30bに正のバイアス電圧を印加すると、この第2の上部電極30bが電子引き出し電極として作用し、電子放出量を増加させることができる。また、電子放出量を一定とすれば、駆動パルス電圧を低減することができる。さらに、駆動パルス電圧を一定とし、正バイアス電圧を制御すれば、放出電子量を制御することができる。

【0018】尚、この実施形態において、第2の上部電極30bに正電圧を印加する場合、強誘電体膜10にかかる実効電圧は印加電圧の1/2以下であることが望ましい。また、絶縁膜40としてはSiO<sub>2</sub>やSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の誘電体膜を利用することができるが、上記誘電体膜は誘電率が低い（例えばSiO<sub>2</sub>〜4）ものである。一方、強誘電体は一般に誘電率が高いため（例えばPZT〜1000）、上記2層構造で強誘電体膜の実効電圧を1/2とするためには数nmの厚さが要求される。例えば、上記SiO<sub>2</sub>とPZTの組み合わせでは、1μm厚のPZT膜に対し必要なSiO<sub>2</sub>膜厚は4nmとなり、強誘電体膜上に耐圧、耐リーク性に優れたこのような極薄膜を形成することは難しい。従って、上記絶縁膜には誘電率100以上の高誘電体膜、例えばSrTiO<sub>3</sub>、BaSrTiO<sub>3</sub>等を用いることが望ましい。

【0019】本発明において、強誘電体膜10は具体的にはPZT、PLZTやSrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、BaTiO<sub>3</sub>などの複合金属酸化物により構成される。この強誘電体膜10は、厚みが5μm以下であることが低電圧で電子放出させるうえで望ましい。また、上部電極30（30a、30b）はPt、Au、Alにより構成される。

【0020】以下に図1ないし図2に示す実施例の構成方法をより詳細に説明する。まず、図1に示す構成について説明する。強誘電体膜10の材料としてPZTを用い、ゾルーゲル法により薄膜を形成した。基板としては5mΩcmの比抵抗を有するn型Siウェハを使用し、この基板に100nm厚の熱酸化SiO<sub>2</sub>を形成してフォトリソグラフィ法により直径2mmのSiO<sub>2</sub>キャップ層とした後、50nmの熱酸化層を形成し、CMP（ケミカル・メカニカル・ポリッシング）法により上記キャップ層を研磨し、下部電極基板を作製した。この基板の上に、ゾルーゲル法により、スピンドット（3000rpm×20秒）、仮焼成（400℃×30分）、本焼成（650℃×20秒）を繰り返して、約800nmのPZ

6

T強誘電体膜10を形成した。上部電極30としては、メタルマスクを用い、下部電極コンタクト部を除く全面にスパッタ法により50nm厚のPt電極を形成した。【0021】このように作製した素子を、真空中中にセットし10<sup>-4</sup>Torrまで排気した。その際、コレクターとしてPt板と蛍光板を用いた。強誘電体冷陰極の駆動は、上部電極をグランドに接地し、下部電極に図1に示すごとく正負から成るパルス電圧を印加して行った。蛍光板発光による発光ハーン・ノットは、図1に示すごとく正負から成るパルス電圧を印加して行った。果、n型Si領域以外の発光は見られず、熱酸化SiO<sub>2</sub>領域の電子放出は抑制されていることが確認された。【0022】次いで、図2に示す構成を得るために、上記のプロセスにより形成した上部電極を第1の上部電極30aとし、第1の電極上に絶縁膜40を介して第2の上部電極30bを形成した。絶縁膜40としては、SrTiO<sub>3</sub>膜を採用し、RFスパッタ法により基板温度400℃、RFパワー200W、酸素100%、ガス圧2mTorrの条件で50nmの膜厚で形成した。SrTiO<sub>3</sub>のパターニングは通常のフォトリソグラフィとウエットエッチング（エッチング液は塩酸（HCl）とバッファードフッ酸（BHF）と水の混合液）により、直径2mmの電子放出窓Wを形成した。更に、上記絶縁膜上にフォトリソレジストをマスクとしたリフトオフ法により、Pt（膜厚200nm）をEB蒸着法により成膜し、電子放出窓Wを有する第2の上部電極を形成した。強誘電体冷陰極の駆動は、第1の上部電極30aをグランドに接地し、下部電極20に図2に示すごとく正負から成るパルス電圧を印加して行った。また、その際に第2の上部電極30bに0から20V正のバイアス電圧を印加した。

【0023】図3は、電子放出特性及びバイアス電圧による電子放出特性の依存性を測定した結果を示す図である。図3に示すごとく、バイアス電圧の増加とともに、電子放出量が増加していることが判る。また、バイアス電圧の増加に伴い、電子放出開始電圧が低下する。また、以上の結果によれば、駆動電圧を一定とすることにより、バイアス電圧で電子放出量を制御できることが判る。また、本実施例における下部電極のパターンは直径2mmの円形に形成されているが、本発明ではこれに限るものではなく駆動素子を選択するためのストライプ状電極であってもよい。

【0024】

【発明の効果】

請求項1の効果：放出電子量制御に優れた強誘電体冷陰極が得られ、また、強誘電体を加工することなく平面構造の強誘電体エミッタを形成することができ、冷陰極作製プロセスを簡略化することができる。特に、本発明の強誘電体冷陰極を用いれば、発光部以外の蛍光体への電子放出に起因して生じる発光による表示品質の低下のない平面ディスプレイや転写精度に優れた画像形成装置を

得ることができる。

【0025】請求項2の効果：請求項1の効果に加えて、放出電子量制御に優れた強誘電体冷陰極を得るためのより具体的な構成が得られる。すなわち、本発明によれば、下部電極は熱酸化SiO<sub>2</sub>領域が形成されたn型Si基板で構成され、強誘電体膜及び上部電極は下部電極コンタクト部を除く全面に形成されてなっているため、電子放出は下部電極のn型Si領域上だけに限定され、熱酸化領域上では強誘電体は分極反転が発生せず、従って、この領域からの電子放出は起こらない。これにより、電子放出面積及び電子放出量を制御することができる。また、本構造は熱酸化により下部電極をパターンニングしているため、電極及び強誘電体膜に凹凸のない平面構造であり、上部電極等を加工する方法に比べ製造プロセスの簡略化が可能である。

【0026】請求項3の効果：請求項2の効果に加えて、引き出し電界印加電極（第2の上部電極）を積層することにより、強誘電体からの電子放出パルス電圧を低減することができ、素子の駆動電圧の低減ができる。また、引き出し電界強度を変化させることにより、同一パルス電圧での電子放出量を制御することができ、高品質

な平面ディスプレイや転写精度に優れた画像形成装置を得ることができる。

【0027】請求項4の効果：請求項3の効果に加えて、絶縁膜の誘電率を限定することにより、より有効な絶縁膜の具体的な仕様が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による強誘電体冷陰極の一実施例を説明するための構成概略図である。

【図2】 本発明による強誘電体冷陰極の他の実施例を説明するための構成概略図である。

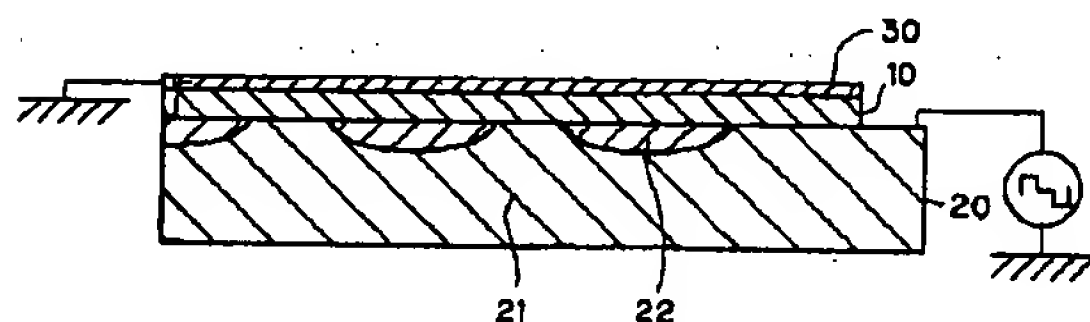
【図3】 本発明における電子放出特性及びバイアス電界依存性を示す図である。

【図4】 従来の強誘電体冷陰極の一例を説明するための構成概略図である。

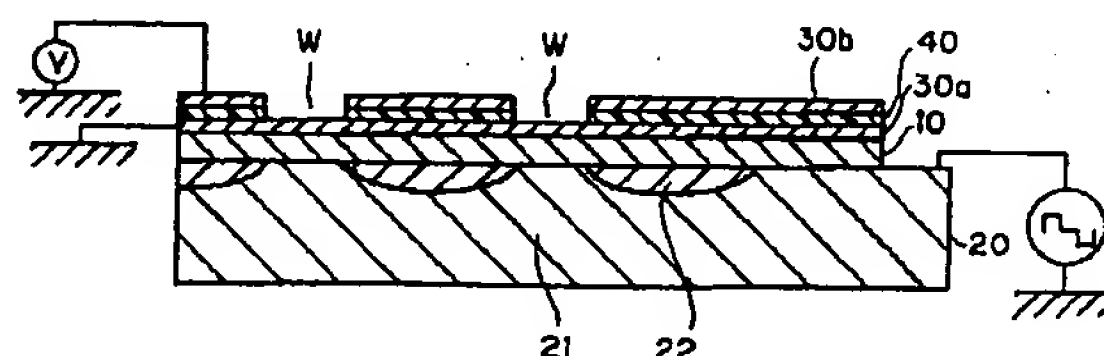
【符号の説明】

1…強誘電体、2…下部電極、3…上部楕形電極、10…強誘電体膜、20…下部電極、21…下部電極におけるSi領域、22…下部電極における熱酸化SiO<sub>2</sub>領域、30…上部電極、30a…第1の上部電極、30b…第2の上部電極、40…絶縁膜、W…電子放出窓。

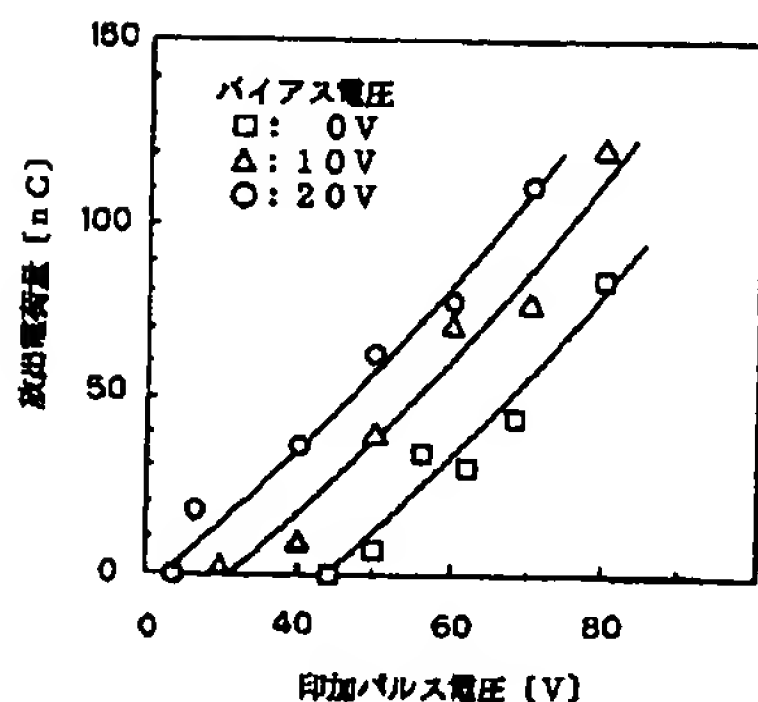
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

